

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

Japanese Patent Laid-open Publication No. HEI 8-79900 A

Publication date : March 22, 1996

Applicant : Nihon Denshin Denwa K. K.

Title : STEREO ACOUSTIC REPRODUCING APPARATUS

5

(57) [ABSTRACT]

[OBJECT]

To provide a stereo acoustic reproducing apparatus,  
which is capable of reproducing a sound in both ears of a  
10 listener and is capable of fixing a position of an audio image  
with a simple constitution.

[CONSTITUTION]

The stereo acoustic reproducing apparatus according  
to the present invention comprises a head data comprising  
15 a size of a head for every person and calculating means for  
calculating a virtual head acoustic transfer function by being  
given a position of the listener, a direction of the listener  
and an audio image position, which is perceived upon listening.  
Further, by folding the head acoustic transfer function, which  
20 is calculated by this calculating means, on the right and  
left acoustic signals, the position of the audio image is  
fixed associated with each person.

[0010]

25 [MEANS FOR SOLVING THE PROBLEMS]

The invention according to claim 1 of the present

application provides a stereo acoustic reproducing apparatus,  
which is provided with means for processing an acoustic signal  
by using a size of a head for each person in addition to a  
position of the listener, a direction of the listener and  
5 a perceived audio image position. For that purpose, a stereo  
acoustic reproducing apparatus, which is capable of  
reproducing a sound in both ears of a listener, is  
characterized in that said stereo acoustic reproducing  
apparatus comprises setting means for setting a position of  
10 a listener, a direction of a listener and a perceived audio  
image position, head data setting means for setting a head  
data comprising a spacing between earlobes of the listener  
(a distance between both ears) and a head height (a dimension  
from a bottom of a head to a top of a head), calculating means  
15 for calculating a virtual head acoustic transfer function  
by a position of the listener, which is set by this setting  
means, a direction of the listener, a perceived audio image  
position, a spacing between the earlobes and a head height,  
which are set by the head data setting means and folding  
20 arithmetic means for folding a calculated head acoustic  
transfer function, which is calculated by this calculating  
means on an acoustic signal.

[0012]

25 [OPERATION]

According to the invention according to claim 1, the

present invention is provided with means for processing an acoustic signal by also using a dimension of a head for each person, so that the present invention is capable of controlling a quantitative fixed position of an audio image associated with an individual difference. According to the invention according to claim 2, a head acoustic transfer function by using a dimension of a head for each person is capable of being formulated in addition to providing a virtual listening position, a direction of the listener and a position of an audio source by a head model, which approximates a scattering body composed of a sphere or a biased long spheroidal body.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

エム テッ シ 関 東

(11) 特許出願公開番号

特開平 8-79900

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 3 月 22 日

(51) Int. Cl.	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H04S 1/00	L			
H04R 5/033	Z			

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 9 頁)

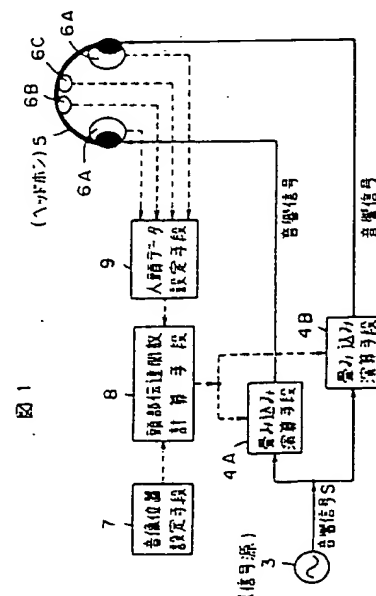
(21) 出願番号	特願平 6-213486	(71) 出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号
(22) 出願日	平成 6 年 (1994) 9 月 7 日	(72) 発明者	木下 郁一郎 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本 電信電話株式会社内
		(72) 発明者	青木 茂明 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本 電信電話株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 草野 卓

(54) 【発明の名称】 ステレオ音響再生装置

(57) 【要約】

【目的】 受聴者の両耳において再生可能なステレオ音響再生装置において、簡素な構成により音像の定位を可能とする。

【構成】 個人毎の人頭の寸法により成る人頭データと、受聴者の位置、受聴者の向き及び受聴時に知覚される音像位置とが与えられることにより、仮想的な頭部伝達関数を計算する計算手段を備え、この計算手段で算出した頭部伝達関数を左右の音響信号に畳み込むことにより個人毎に対応して音像を定位させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 受聴者の両耳において再生可能なステレオ音響再生装置において、

A. 受聴者の位置、受聴者の向き及び受聴時に知覚される音像位置を設定する音像位置設定手段と、

B. 受聴者の頭部寸法に近似する人頭データを設定する人頭データ設定手段と、

C. 上記音像位置設定手段により設定された受聴位置と受聴者の向きと音源位置と上記人頭データ設定手段に設定された人頭データから仮想的な頭部伝達関数を計算する頭部伝達関数計算手段と、

D. 上記計算手段により計算された頭部伝達関数を音響信号に畳み込む畳み込み演算手段と、

によって構成したことを特徴とするステレオ音響再生装置。

【請求項2】 請求項1記載の計算手段において、上記人頭データ設定手段により設定された受聴者の人頭データを特徴量とする球または扁長回転楕円体からなる音波の散乱体に人頭を近似して上記仮想的な頭部伝達関数の計算を行うことを特徴とするステレオ音響再生装置。

【請求項3】 受聴者の頭部寸法を計測する手段を具備していることを特とする請求項1記載のステレオ音響再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は両耳の近傍で放音された音を受聴してつ音像の位置を制御することができるステレオ音響再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図9に実音源再生状態を示す。実音源再生状態では人間は両耳1A、1Bにより音源2の音を聴取することにより音源2との距離方向を知覚し、音源2の位置を定位している。従来より音源2と受聴者の耳1A、1Bまでの音響伝達特性（以下、頭部伝達関数と称す）を音響信号に畳み込み受聴することにより、受聴者に頭の外側に音像の位置を知覚させる方法が提案されている。

【0003】図10はその頭部伝達関数と音響信号の畳み込みを利用した再生状態を示す。図9に示した音源2から両耳1A、1Bに至る間の頭部伝達関数を $H_L$ 、 $H_R$ とすると、図10に示すように信号源3から出力される音響信号Sに頭部伝達関数 $H_L$ 、 $H_R$ を畳み込み演算手段4A及び4Bでそれぞれ並列に畳み込み、左および右耳1A、1Bにおいてヘッドホン5により耳1A、1Bに音を提示することによって、図10において受聴者は図9に示した音源2と同じ位置に音像Iを知覚することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】頭部伝達関数は一組の音源、受聴位置につき数百個以上の変数から成る。その

ため、あらゆる方向への音像定位を行うためには各受聴者毎及び各音源位置毎について、予め測定して求めた頭部伝達関数が必要となる。人間の音源方向分解能（最大十数度）を考慮して音像の方向のみを全方向に制御するだけでも、典型的な場合に限っても百数十以上の音源方向に対する頭部伝達関数が必要である。

【0005】更に音像の位置を更新するためには、予め記憶装置に各音源方向に対する頭部伝達関数を測定して求め、その測定結果を蓄積し、その都度各音源位置に応じた頭部伝達関数を参照する必要がある。この場合でも有限組の各音源方向に対応する頭部伝達関数を用いているので、音源方向が離散的に代表されているに過ぎない。代表方向間への音像定位を実現するために隣接方向間の頭部伝達関数を補間することが提案されている。この場合でも隣接する2方向以上の頭部伝達関数の参照を免れない。

【0006】更に、頭部の形状の個人差のため、同じ定位位置を与える頭部伝達関数は受聴者毎に異なる。ここで、代表の数人分の頭部伝達関数の中から最も所望の定位感が得られる頭部伝達関数を受聴者に選択させることが提案されている。そのため、頭部伝達関数の測定は不要になるが、利用者にとって頭部伝達関数を選択するための操作を免れない。理想的には各音源位置について頭部伝達関数の選択が必要になる。

【0007】ところで頭部伝達関数を用いなくても、両耳間時間差または両耳間音圧差を制御することによって左右方向の定位位置を制御することができる。例えば、左耳に右耳よりもわずかに早く（数百 $\mu$ sec程度）音響信号を提示すれば音像を左側に定位させることが可能である。同様に、左耳に右耳よりも音圧レベルの大きい音波を提示すると音像を左側に定位させることが可能である。また、音像の距離感を制御するためには、両耳に提示する音圧を制御することが一例として考えられる。例えば、音圧を大きくすれば近くに音像を定位させることができる。

【0008】両耳間時間差や両耳間音圧差の制御による左右方向の音像方向の制御または音圧制御による距離感の制御は頭部伝達関数を用いる場合よりも格段に演算量が少ないという利点がある。しかし、頭部付近の音波の散乱やその個人差を考慮していないために、所望の定位位置と両耳間時間差や両耳間音圧差や音圧との定性的対応及びその個人差への対応がとれない大きな欠点がある。

【0009】この発明の目的は個人差に対応した定量的な音像定位制御を行うことにある。加えて、音像定位制御の実現に際し、頭部伝達関数の測定及び記憶が不要な音響再生装置を提供することにある。また、受聴者の操作なしに音像定位制御の個人差への対応がなされることにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】この出願の請求項 1 記載の発明では受聴者の位置と受聴者の向きと知覚される音像位置に加え、個人毎の頭部の寸法を用いて音響信号処理を行う手段を備えたステレオ音響再生装置を提供する。そのために、受聴者の両耳において音を再生可能なステレオ音響再生装置において、受聴者の位置と受聴者の向きと知覚される音像位置を設定する設定手段と、受聴者の耳珠間幅（両耳の間の寸法）と全頭高（頭の上下方向の寸法）の人頭データを設定することができる人頭データ設定手段と、この設定手段により設定された受聴者の位置と受聴者の向きと知覚される音像位置と人頭データ設定手段により設定された耳珠間幅と全頭高から仮想的な頭部伝達関数を計算する計算手段と、この計算手段により計算された頭部伝達関数を音響信号に畳み込む畳み込み演算手段を有することを特徴とする。

【0011】この出願の請求項 2 記載の発明では、請求項 1 記載の計算手段において人頭を球またはラクビーボール状の扁長回転楕円体からなる音波の散乱体に近似して仮想的な頭部伝達関数を計算することを特徴とする。この出願の請求項 3 記載の発明では、請求項 1 記載の装置において耳珠間幅と全頭高のうちいずれかまたは両方を自動計測する計測手段を具備し、この計測手段により計測された耳珠間幅と全頭高のうちいずれか一方または両方を、請求項 1 記載の計算手段における球または扁長回転楕円体の特徴量とする。

【0012】

【作 用】請求項 1 記載の発明によれば、個人毎の頭部の寸法も用いて音響信号処理を行う手段を備えることによって個人差に対応した定量的な音像定位制御を実現することができる。請求項 2 記載の発明によれば、人頭を球または扁長回転楕円体からなる散乱体に近似する模型によって仮想的な受聴位置と向きと音源位置に加え、個人毎の頭部の寸法を用いて頭部伝達関数の定式化を行うことができる。

【0013】請求項 3 記載の発明によれば、個人毎の頭部伝達関数を計算するのに必要な変数として耳珠間幅と全頭高のうち、いずれか一方、または双方が自動的に計測されるため、受聴者の意図的な操作なしに音像定位制御の個人差への対応がなされる。

【0014】

【実施例】図 1 にこの発明の一実施例を示す。この実施例ではヘッドホン 5 に計測手段 6 A、6 B、6 C を設ける。計測手段 6 A と 6 B によって受聴者の全頭高 A と耳珠間幅 B（共に図 2 参照）を計測し、その計測結果を用いて頭部伝達関数を頭部伝達関数計算手段 8 で算出し、この頭部伝達関数を信号源 3 から与えられる音響信号 S に畳み込み演算手段 4 A、4 B で頭部伝達関数を畳み込む構成とした場合を示す。なお、信号源 3 としては通信

回線等によって伝送されたり、マイクロホンによって収録されたり、録音機、光ディスク等によって再生された音響信号が用いられる。

【0015】計測手段 6 A は例えばヘッドホン 5 を構成するヘッドバンドと、イヤパッドに装着した感圧センサとによって構成することができる。この構成によって頭部装着時にヘッドバンドのバネ力により頭部に与えられる圧接力を感圧センサによって計測し、この計測値によって頭部の幅、つまり耳珠間幅 B を人頭データ設定手段 9 に設定することができる。

【0016】また計測手段 6 B はヘッドバンドの長さ調整機構に電気的な摺動接触手段を付加し、この摺動接触手段によってヘッドバンドの伸縮量を電氣的に計測し、ヘッドバンドの伸縮量から耳珠間頭頂弧長 C（図 2 参照）を計測し、この耳珠間頭頂弧長 C と耳珠間幅 B のいずれか一方または双方により全頭高 A を人頭データ設定手段に設定する。

【0017】耳珠間幅 B と全頭高 A の設定は例えば感圧センサの圧接力計測値とヘッドバンドの伸縮量計測値から人頭データ設定手段 9 に予め用意した耳珠間幅 B と全頭高 A または耳珠間頭頂弧長 C を選択して設定するように構成することができる。計測手段 6 C は頭部の向きの変化を検出する。このためには例えばヘッドバンドの頂部に地磁気センサを装着し、この地磁気センサによって頭部の回転方位を検出し、ヘッドホン装着時点の受聴者の向いている方位を人頭データ設定手段 9 に設定する。

【0018】人頭データ設定手段 9 に設定された全頭高 A、耳珠間幅 B 或いは耳珠間頭頂弧長 C 及び方位データは音像位置設定手段 7 から与えられる音像位置設定値と共に頭部伝達関数計算手段 8 に読み込まれ頭部伝達関数を算出する。ここで頭部伝達関数計算手段 8 における頭部伝達関数の計算例について述べる。人頭を球または扁長回転楕円体からなる散乱体に近似した模型を用いて頭部伝達関数を計算する。この模型によって受聴者の位置と、受聴者の向きと、受聴時に知覚される音像位置に加え、計測手段 6 A、6 B、6 C で計測した個人毎の頭部の寸法及び方位データを用いて頭部伝達関数の定式化を行う。

【0019】例えば図 3 乃至図 5 に示すように人頭を球で近似したとき、音波を放射している点音源 2 から球面上における両耳に対応する観測点  $J_L$ 、 $J_R$  への伝達関数を次に示す。両耳 1 A、1 B が図 4 に示すように左右対称（開き角  $2\alpha$ ）の位置にあり、頂点  $J_T$  となす角度が  $\theta$ （図 3 参照）であるとき、音源 2 から左右の観測点  $J_L$ 、 $J_R$  への伝達関数  $H_L$ 、 $H_R$  はそれぞれ

【0020】

【数 1】

$$H_L = - \frac{1}{4 \pi r_0^2} \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^n (2 - \delta_{n0}) (2n+1) \frac{(n-m)! P_n^m(\cos \theta_0) P_n^m(\cos \theta) h_n^{(2)}(Kr')}{(n+m)! kh_n^{(2)'}(kr_0)} \cos m(\phi - \alpha) \dots (1-1)$$

[0021]

[数2]

$$H_R = - \frac{1}{4 \pi r_0^2} \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^n (2 - \delta_{n0}) (2n+1) \frac{(n-m)! P_n^m(\cos \theta_0) P_n^m(\cos \theta) h_n^{(2)}(Kr')}{(n+m)! kh_n^{(2)'}(kr_0)} \cos m(\phi + \alpha) \dots (1-2)$$

となる。なお、図4は図3を上方向から見た平面図、図5は頂点J<sub>T</sub>から下向きに切断した断面図を示す。ここで、 $h_n^{(2)}(r)$ は球Bessel関数、 $P_n^m(\cos \theta)$ はLegendre陪関数

[0022]

[数3]

$$h_n^{(2)'}(kr_0) = \frac{\partial h_n^{(2)}(x)}{\partial x} \quad x = kr_0$$

$k$ は音波の波数、 $r$ は音源2と球の間の距離、 $r_0$ は球の半径、 $\phi$ は音源2の方向と球の正面方向のなす方位角（観測点J<sub>L</sub>、J<sub>R</sub>に対して音源2の方向 $\phi$ が左の場合に正值）、 $\theta$ は球の頂点J<sub>T</sub>と観測点J<sub>L</sub>、J<sub>R</sub>のなす角度、 $\theta_0$ は球（散乱体）の頂点J<sub>T</sub>と音源2の方向のなす角度である。

【0023】球の半径 $r_0$ として、耳珠間幅Bまたは耳珠間幅Bと全頭高Aの平均値を適用する例が考えられる。特に左右の観測点J<sub>L</sub>、J<sub>R</sub>が互いに赤道面R上にある場合には $\alpha = \pi/2$ となる。また、人頭で実測した両耳間音圧差によれば、 $\alpha$ は $\pi/2$ よりやや小さい値（1.5程度）が適当である場合もある。人頭を耳珠間幅Bを短軸、全頭高Aを長軸とする扁長回転楕円体で近似した例として、音波を放射している点音源から扁長回転楕円体面上における両耳に対応する観測点への伝達関数を示す。両耳が左右対称（開き角 $2\alpha$ ）の位置にあり、扁長回転楕円体の頂点となす角度が $\theta$ であるとき、左右の観測点への伝達関数 $H_L$ 、 $H_R$ はそれぞれ

[0024]

[数4]

$$H_L = - \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^n \frac{(2 - \delta_{n0}) S_{nn}(c, \eta) S_{nn}(c, \eta') R_{nn}^{(4)}(c, \xi')}{\pi N_{nn} d(\xi_0^2 - 1) R_{nn}^{(4)'}(c, \xi_0)} \cos m(\phi - \alpha) \dots (2-1)$$

[0025]

[数5]

$$H_R = - \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^n \frac{(2 - \delta_{n0}) S_{nn}(c, \eta) S_{nn}(c, \eta') R_{nn}^{(4)}(c, \xi')}{\pi N_{nn} d(\xi_0^2 - 1) R_{nn}^{(4)'}(c, \xi_0)} \cos m(\phi + \alpha) \dots (2-2)$$

となる。ここで、 $R_{mn}^{(4)}$  ( $\xi$ )は第4種Radial関数、 $S_{mn}(\eta)$ はAngle関数、

[0026]

[数6]

$$R_{nn}^{(4)'}(c, \xi_0) = \frac{\partial R_{nn}^{(4)}(c, \xi)}{\partial \xi} \quad \xi = \xi_0$$

$c (=kd/2)$ は扁長回転楕円体の焦点間距離 $d$ と音波の波長 $k$ で表される特徴量、 $\xi$ は音源と扁長回転楕

円体間の動径、 $\xi_0$ は扁長回転楕円体面の動径、 $\phi$ は音源（音像）方向と扁長回転楕円体の正面方向のなす方位



角、 $\eta$  は扁長回転楕円体の頂点方向と観測点のなす角度座標、 $\eta_0$  は扁長回転楕円体の頂点方向と受聴時に知覚される音像方向のなす角度座標である。ただし、直交座標系  $(x, y, z)$ 、球座標系  $(r, \theta, \phi)$ 、扁長回

$$x = r \sin \theta \cos \psi = (d/2) \sqrt{(\xi^2 - 1)(1 - \eta^2)} \cos \psi \quad (3-1)$$

$$y = r \sin \theta \sin \psi = (d/2) \sqrt{(\xi^2 - 1)(1 - \eta^2)} \sin \psi \quad (3-2)$$

$$z = r \cos \theta = (d/2) \xi \eta \quad (3-3)$$

ただし、 $d$  は扁長回転楕円体の焦点間距離を示す。焦点間距離  $d$ 、扁長回転楕円体面の動径  $\xi_0$ 、長軸  $a$ 、短軸

$$d = 2 \sqrt{a^2 - b^2} \quad (4-1)$$

$$\xi_0 = 2 / \sqrt{a^2 - b^2} \quad (4-2)$$

で与えられる。

【0028】(2-1)、(2-2)式についても、特に左右の観測点  $J_L$ 、 $J_R$  が互いに反対の方位角にある場合には  $\alpha = \pi/2$  となる。また、人頭で実測した両耳間音圧差によれば、 $\alpha$  は  $\pi/2$  よりやや小さい値 (1.5 程度) が適当である場合もある。上式から人頭を耳珠間幅  $B$  と全頭高  $A$  のうちいずれか一方または両方を特徴的な大きさとする球または扁長回転楕円体で近似することによって、個人差に対応した頭部伝達関数をモデル化することができる。ここで、人頭を球で近似した場合と扁長回転楕円体で近似した場合とでは、頭部伝達関数のモデルとして扁長回転楕円体の方が優れていることが図 7 及び図 8 に示すように実測値と比較することにより示されている。しかし、演算量は球で近似した場合の方が格段に少ない。尚、図 7 及び図 8 の測定条件は  $r_0 = 8.48 \text{ cm}$ 、 $\theta_0 = \pi/2$ 、 $\phi = \pi/2$ 、 $\alpha = \pi/3$ 、 $r = 1.5 \text{ m}$ 、 $\xi_0 = 1.5534$ 、 $d = 14.26 \text{ cm}$  とした。

$$\Delta T = \{ \arg(H_R) - \arg(H_L) \} / 2\pi f \text{ (sec)} \quad (5-1)$$

$$\Delta P = 20 \log_{10} |H_L / H_R| \text{ (dB)} \quad (5-2)$$

$$G = 10 \log_{10} (|H_L|^2 + |H_R|^2) \text{ (dB)} \quad (5-3)$$

ただし、 $\arg$  は複素数の連続位相角 (unwrapped phase) を表す。(5-1)、(5-2)式は、 $\Delta T$  及び  $\Delta P$  が正值のときにそれぞれ左耳への音波の到来が右耳より早く、音圧が大きいことを示す。例えば、頭部伝達関数畳み込み演算手段 4A、4B において両耳に供給される音響信号に利得  $G$  を与え、右耳への音響信号に更に遅延  $\Delta T$ 、利得  $\Delta P$  を与えれば、目的とする音像の位置、人頭の大きさに対応した音像定位制御が可能になる。しかし、全可聴周波数にわたる (1-1)、(1-2)式または (2-1)、(2-2)式に基づいた頭部伝達関数の畳み込み演算による制御よりも音像定位効果が少なくなるものの、 $\Delta T$ 、 $\Delta P$ 、 $G$  の計算に (1-1)、(1-2)式から得られた頭部伝達関数  $H_L$ 、 $H_R$  を用いた場合には、(2-1)、(2-2)式から得られた頭部伝達関数  $H_L$ 、 $H_R$  を用いた場合よりも受聴時に知覚される音像方向や受聴者の向きによる異方性を反映する。

転楕円体座標系  $(\xi, \eta, \phi)$  の間には次の関係がある。この例では扁長回転楕円体の長軸が  $z$  軸方向を向いているものを扱う。

【0027】

$$x = (d/2) \sqrt{(\xi^2 - 1)(1 - \eta^2)} \cos \psi \quad (3-1)$$

$$y = (d/2) \sqrt{(\xi^2 - 1)(1 - \eta^2)} \sin \psi \quad (3-2)$$

$$z = (d/2) \xi \eta \quad (3-3)$$

b の関係は

$$d = 2 \sqrt{a^2 - b^2} \quad (4-1)$$

$$\xi_0 = 2 / \sqrt{a^2 - b^2} \quad (4-2)$$

【0029】上記の伝達関数 (1-1)、(1-2)

式、及び (2-1)、(2-2) 式は音波の周波数  $f$  (波数  $k$  に比例) に依存するので、周波数領域において各周波数について音源信号に伝達関数を乗じるか、伝達関数を時間領域に変換して音源信号に畳み込み演算しなければならない。更に演算量を削減する場合には、上記の伝達関数を直接用いずに両耳間時間差、両耳間音圧差、(絶対) 音圧を制御することによって左右音像定位制御、距離感制御を行うことが考えられる。ただし、代表的な周波数 (例えば両耳間時間差の場合には 1.0 kHz 未満の低域) における音源から左右の観測点までの伝達関数  $H_L$ 、 $H_R$  を (1-1)、(1-2) 式、または (2-1)、(2-2) 式のうちから選び、両耳間時間差  $\Delta T$ 、両耳間音圧差  $\Delta P$ 、(絶対) 音圧  $G$  を頭部伝達関数計算手段 8 において (5-1)、(5-2)、(5-3) 式によって計算する。

【0030】

$$\Delta T = \{ \arg(H_R) - \arg(H_L) \} / 2\pi f \text{ (sec)} \quad (5-1)$$

$$\Delta P = 20 \log_{10} |H_L / H_R| \text{ (dB)} \quad (5-2)$$

$$G = 10 \log_{10} (|H_L|^2 + |H_R|^2) \text{ (dB)} \quad (5-3)$$

【0031】よって、音像定位効果と演算量を勘案して頭部伝達関数計算手段 8 と畳み込み演算手段 4A、4B における演算項目を図 6 のように選択する必要がある。演算量が大量でも音像定位効果を期待する場合には、ルーチン A で頭部伝達関数計算手段 8 において (1-1)、(1-2) 式によって全可聴周波数にわたる頭部伝達関数を計算し、畳み込み演算手段 4A、4B において前記頭部伝達関数を音響信号に畳み込み演算する。

【0032】演算量を抑制し、全可聴周波数にわたる頭部伝達関数を考慮するには、ルーチン A の途中からルーチン B に分岐し (2-1)、(2-2) 式によって全可聴周波数にわたる頭部伝達関数を計算し、畳み込み演算手段 4A、4B において前記頭部伝達関数を音響信号に畳み込み演算する。演算量を抑制し、音像方向や受聴者の向きによる異方性を考慮するには、ルーチン A の先頭からルーチン C に分岐し頭部伝達関数計算手段 8 におい

て(1-1)、(1-2)式によって各々ある周波数における頭部伝達関数 $H_L$ 、 $H_R$ を計算し、これらの頭部伝達関数 $H_L$ 、 $H_R$ より(5-1)、(5-2)、(5-3)式によって $\Delta T$ 、 $\Delta P$ 、 $G$ を計算する。畳み込み演算手段4A、4Bでは、前記の算出した値 $\Delta T$ 、 $\Delta P$ 、 $G$ に基づき音響信号 $S$ に各々両耳間時間差 $\Delta T$ 、両耳間音圧差 $\Delta P$ 、(絶対)音圧 $G$ を付与する。更に、演算量を抑制し、音源方向や受聴者の向きによる異方性も考慮しない場合には、ルーチンDにより頭部伝達関数計算手段8において(2-1)、(2-2)式によって各々ある周波数における頭部伝達関数 $H_L$ 、 $H_R$ を計算し、以下同様にこれらの頭部伝達関数 $H_L$ 、 $H_R$ より(5-1)、(5-2)、(5-3)式によって $\Delta T$ 、 $\Delta P$ 、 $G$ を計算する。畳み込み演算手段4A、4Bでは、前記の $\Delta T$ 、 $\Delta P$ 、 $G$ に基づき音響信号 $S$ に各々両耳間時間差 $\Delta T$ 、両耳間音圧差 $\Delta P$ 、(絶対)音圧 $G$ を付与する。

#### 【0033】

【発明の効果】この発明では、受聴者の両耳において再生可能なステレオ音響再生装置において、受聴者の位置と受聴者の向きと受聴時に知覚される音響位置を設定する音像位置設定手段7と、計測手段6A、6B、6Cで計測した圧接値とヘッドバンドの伸縮量とから受聴者の耳珠間幅と耳珠間頭部弧長或いは全頭高方位等の人頭データを設定する人頭データ設定手段9と、音像位置設定手段7により設定された受聴者の位置と、受聴者の向きと、受聴時に知覚される音響位置と人頭データ設定手段9より設定された人頭データから仮想的な頭部伝達関数を計算する頭部伝達関数計算手段8と、この計算手段8により計算された頭部伝達関数を音響信号に畳み込む畳み込み演算手段4A、4Bを備えることによって、受聴者の位置と受聴者の向きと受聴時に知覚される音像位置に加え、個人毎の頭部の寸法を用いて音響信号処理を行う手段を備えた音響再生装置が提供される。これによって、個人差に対応した定量的な音像定位制御が実現する。

【0034】ここで、頭部伝達関数計算手段8において人頭を球または扁長回転楕円体からなる散乱体に近似するような簡単な模型を用いて仮想的な頭部伝達関数を計算する。この模型によって受聴者の位置と受聴者の向きと、受聴時に知覚される音像位置に加え個人毎の頭部の寸法を用いて頭部伝達関数の定式化が行われ、リアルタ

イムに頭部伝達関数を算出することができる。つまり、音像定位を実現するにあたり、頭部伝達関数の測定及び記憶が不要な音響再生装置が提供される。

【0035】前記装置において、耳珠間幅と耳珠間頭頂弧長のうちいずれかまたは両方を自動計測する計測手段を具備する。この手段より計測された耳珠間幅と全頭高のうちいずれかまたは両方を、前記計算手段における球または扁長回転楕円体の特徴量とする。これによって、利用者の意図的な操作なしに音像定位位置と頭部伝達関数との対応関係の個人差に対応し得る。なお、装置を更に簡素化するために頭部寸法の自動計測手段を省略することも考えられる。この場合には人頭データ設定手段9に代表的なモデル寸法及び方位データを複数用意し、その中から受聴者に適したモデルを選択して設定するように構成することもできる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例を示すブロック図。

【図2】この発明に用いる人頭データの内容を説明するための正面図。

【図3】この発明に用いる人頭データを取得する場合の各種条件を説明するための斜視図。

【図4】図3の平面図。

【図5】図3を縦方向に切断した断面図。

【図6】図1に示した実施例の全体の動作を説明するための流れ図。

【図7】この発明による作用効果を説明するための特性曲線図。

【図8】図7と同様の特性曲線図。

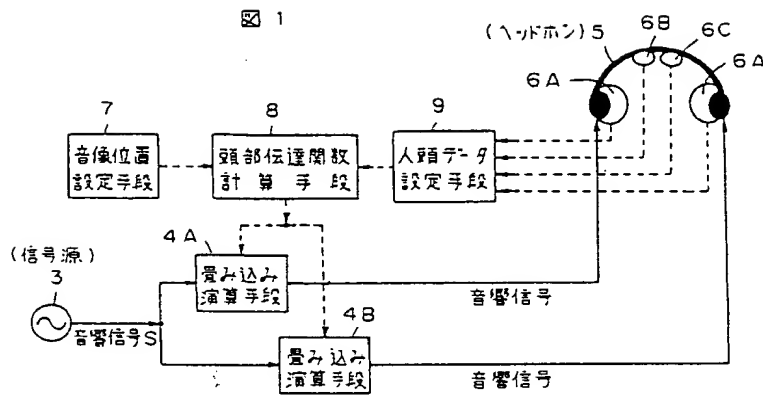
【図9】従来の技術、実音源再生状況を説明するための平面図。

【図10】従来の両耳において再生可能なステレオ音響再生装置を説明するための図。

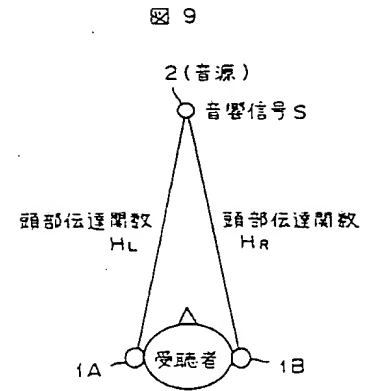
#### 【符号の説明】

- |          |            |
|----------|------------|
| 1A、1B    | 耳          |
| 2        | 音源         |
| 3        | 信号源        |
| 4A、4B    | 畳み込み演算手段   |
| 5        | ヘッドホン      |
| 6A、6B、6C | 計測手段       |
| 7        | 音像位置設定手段   |
| 8        | 頭部伝達関数計算手段 |
| 9        | 人頭データ設定手段  |

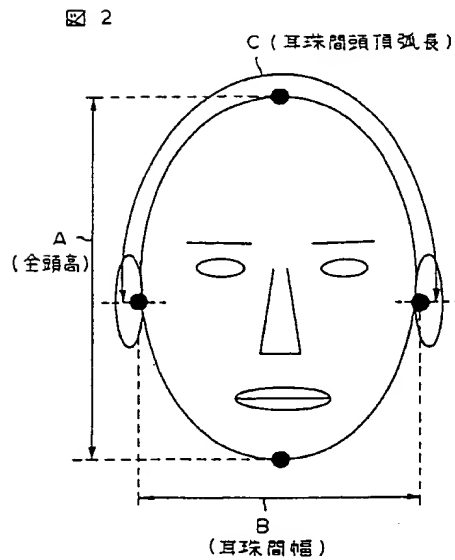
【図 1】



【図 9】

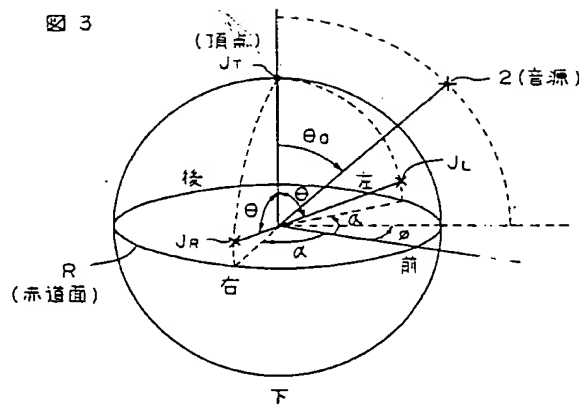


【図 2】

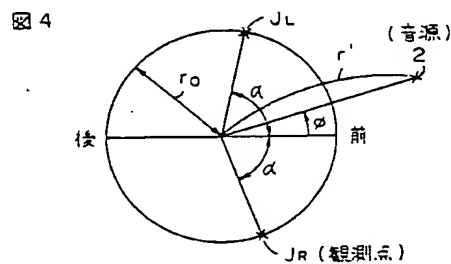


20

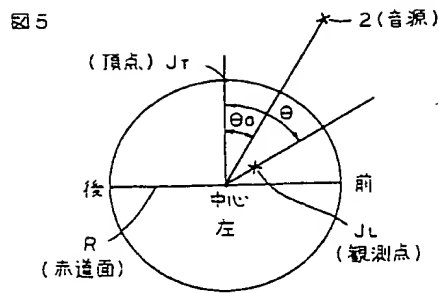
【図 3】



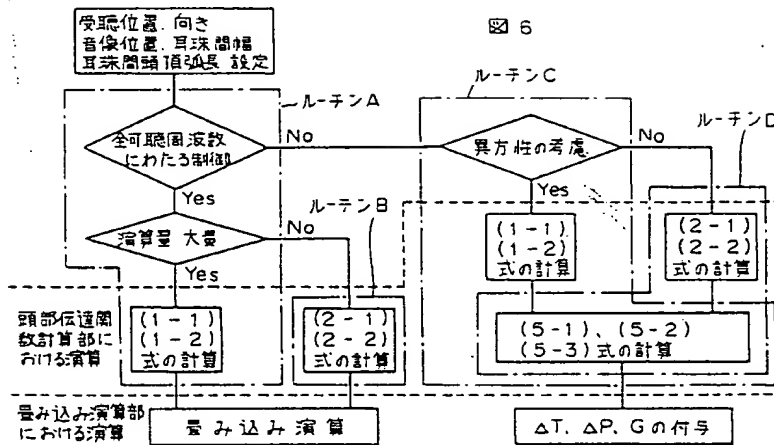
【図 4】



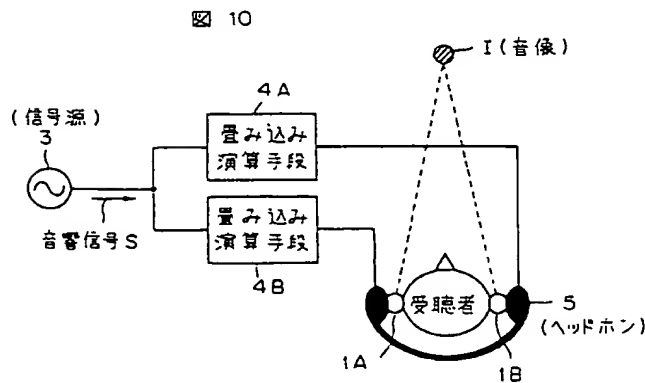
【図 5】



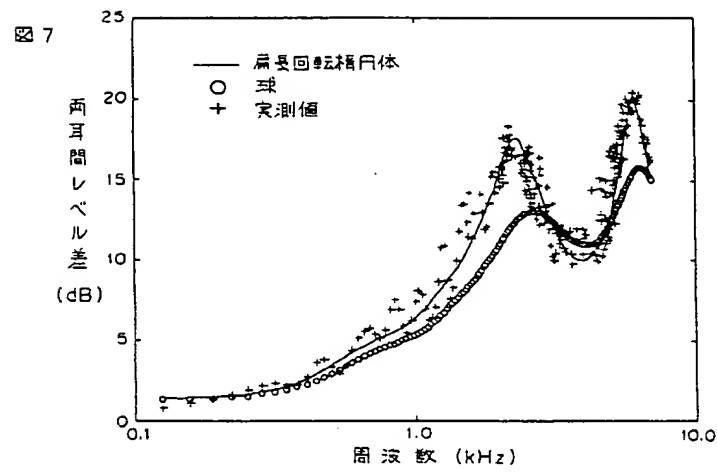
【図 6】



【図 10】



【図 7】



【図 8】

